

#3/Priority
DK 25
11/27/01

10979 U.S. PTO
09/925512
08/10/01

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : Hideto Ohnuma et al. Art Unit : Unknown
Serial No. : Unassigned Examiner : Unknown
Filed : August 10, 2001
Title : METHOD OF MANUFACTURING A SEMICONDUCTOR DEVICE

Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT UNDER 35 USC §119

Applicants hereby confirms their claim of priority under 35 USC §119 from the following applications:

Japan Application No. 2000-244860 filed August 11, 2000

Japan Application No. 2000-267851 filed September 4, 2000

A certified copy of each application from which priority is claimed is submitted herewith.

Please apply any charges or credits to Deposit Account No. 06-1050.

Respectfully submitted,

Date: August 10, 2001



John F. Hayden
Reg. No. 37,640

Fish & Richardson P.C.
601 Thirteenth Street, NW
Washington, DC 20005
Telephone: (202) 783-5070
Facsimile: (202) 783-2331

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 8月11日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-244860

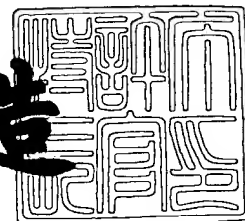
出 願 人
Applicant(s):

株式会社半導体エネルギー研究所

2001年 6月12日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3055068

【書類名】 特許願

【整理番号】 P005147

【提出日】 平成12年 8月11日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

【氏名】 大沼 英人

【特許出願人】

【識別番号】 000153878

【氏名又は名称】 株式会社半導体エネルギー研究所

【代表者】 山崎 舜平

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 002543

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体装置の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

回折格子パターンを有するフォトマスクまたはレチクルを使用してゲート電極形成用のレジストパターンを形成する第 1 の工程と、前記レジストパターンをマスクとしてドライエッチングを行い、端部に膜厚の薄い領域を有するゲート電極を形成する第 2 の工程と、一導電型の不純物をイオン注入して、前記ゲート電極の外側領域に対応する半導体層または半導体基板に第 1 の不純物領域を形成する第 3 の工程と、前記レジストパターンを除去する第 4 の工程と、前記一導電型の不純物をイオン注入して、前記ゲート電極の外側領域に対応する半導体層または半導体基板に第 2 の不純物領域と前記膜厚の薄い領域に対応する半導体層または半導体基板に第 3 の不純物領域を形成する第 5 の工程とを有することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 2】

半透膜を有するフォトマスクまたはレチクルを使用してゲート電極形成用のレジストパターンを形成する第 1 の工程と、前記レジストパターンをマスクとしてドライエッチングを行い、端部に膜厚の薄い領域を有するゲート電極を形成する第 2 の工程と、一導電型の不純物をイオン注入して、前記ゲート電極の外側領域に対応する半導体層または半導体基板に第 1 の不純物領域を形成する第 3 の工程と、前記レジストパターンを除去する第 4 の工程と、前記一導電型の不純物をイオン注入して、前記ゲート電極の外側領域に対応する半導体層または半導体基板に第 2 の不純物領域と前記膜厚の薄い領域に対応する半導体層または半導体基板に第 3 の不純物領域を形成する第 5 の工程とを有することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 3】

請求項 1 に於いて、前記回折格子パターンは複数のスリット部で構成されていることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 4】

請求項 1 または 2 に於いて、前記第 2 の不純物領域はソース及びドレイン領域となる高濃度不純物領域であり、前記第 3 の不純物領域は低濃度不純物領域であることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 5】

請求項 1 または 2 に於いて、前記半導体装置は多結晶薄膜トランジスタで構成されていることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 6】

請求項 1 または 2 に於いて、前記半導体装置は MOS 型トランジスタで構成されていることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は薄膜トランジスタ（以下、TFTと略記）及びMOSトランジスタで構成された回路を有する半導体装置の製造法に関するものである。半導体装置としては、例えばTFTで構成された液晶ディスプレイ及びEL（エレクトロルミネッセンス）ディスプレイ等の電気光学装置があり、MOSトランジスタで構成されたLSIがある。

【0002】

【従来の技術】

近年、TFTを利用したアクティブマトリクス型の液晶ディスプレイ技術が注目されている。アクティブマトリクス表示はパッシブマトリクス表示に比べ、応答速度、視野角、コントラストの点で有利な為、現在のノートパソコン、液晶テレビ等の主流になっている。

【0003】

TFTは、非晶質シリコンまたは多結晶シリコンをチャネル層とするものが一般的である。特に低温プロセス（一般に600℃以下）のみで製造される多結晶シリコンTFTは、低価格化、大面積化と同時に、電子または正孔が大きな電界移動度を有する為、液晶ディスプレイに用いた場合、画素用トランジスタだけで

なく周辺回路であるドライバーの一体化が達成できる特徴があり、各液晶ディスプレイメーカーで開発が進められてきた。

【 0 0 0 4 】

しかし、多結晶シリコン T F T の場合、連続駆動させると移動度やオン電流（T F T がオン状態の場合に流れる電流）の低下及びオフ電流（T F T がオフ状態の場合に流れる電流）の増加等の信頼性上の劣化現象が観測されることがある。この現象はホットキャリア現象と呼ばれており、ドレイン近傍の高電界により発生したホットキャリアの仕業であることが知られている。

【 0 0 0 5 】

ところで、このホットキャリア現象は、最初に M O S トランジスタに於いて発見された現象である。この為、ホットキャリア対策として、これまで様々な基礎検討が行われてきており、設計ルール 1 . 5 μ m 以下の M O S トランジスタでは、ドレイン近傍の高電界によるホットキャリア現象の対策として、L D D (Lightly Doped Drain) 構造が採用されている。L D D 構造では、ゲート側壁のサイドウォールを利用してドレイン端部に低濃度不純物領域 (n - 領域) を設け、ドレイン接合の不純物濃度に傾斜を持たせることによりドレイン近傍の電界集中を緩和している。

【 0 0 0 6 】

しかし、L D D 構造の場合、シングルドレイン構造に比べ、ドレイン耐圧はかなり向上するが、低濃度不純物領域 (n - 領域) の抵抗が大きい為、ドレイン電流が減少するという難点がある。また、サイドウォールの真下に高電界領域が存在し、そこで衝突電離が最大になり、ホットエレクトロンがサイドウォールに注入される為、低濃度不純物領域 (n - 領域) が空乏化し、更に抵抗が増加する L D D 特有の劣化モードが問題になっている。チャネル長の縮小に伴い、以上の問題が顕在化してきた為、0 . 5 μ m 以下の M O S トランジスタでは、この問題を克服する構造として、ゲート電極の端部にオーバーラップして低濃度不純物領域 (n - 領域) を形成する G O L D (Gate-drain Overlapped LDD) 構造が考案され採用されている。

【 0 0 0 7 】

多結晶シリコンTFTに於いても、MOSトランジスタと同様にドレイン近傍の高電界を緩和する目的で、LDD構造及びGOLD構造の採用が検討されている。LDD構造の場合は、ゲート絶縁膜の下層膜である多結晶シリコン層に高濃度不純物領域（ $n+$ 領域）であるソース及びドレイン領域とその内側に低濃度不純物領域（ $n-$ 領域）を形成しており、オフ電流値を抑える効果は高いが、ドレイン近傍の電界緩和によるホットキャリア対策効果は小さいという特徴がある。一方、GOLD構造の場合は、LDD構造の低濃度不純物領域（ $n-$ 領域）がゲート電極端部とオーバーラップする様に形成されており、LDD構造に比べホットキャリア対策効果は大きい、オフ電流値が大きくなるという点が難点である。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

多結晶シリコンTFT及びMOSトランジスタに於けるLDD構造とGOLD構造のソースドレイン領域となる高濃度不純物領域（ $n+$ 領域）及びその内側の低濃度不純物領域（ $n-$ 領域）の形成は、従来、ゲート電極をマスクにセルフアラインで形成しており、フォトリソグラフィ工程の増加を抑制できる利点があるが、ゲート電極が2層構造となる為、成膜工程とエッチング工程が複雑になるという課題がある。

【0009】

また、半導体装置には様々な回路が内包されており、回路によってはホットキャリア対策効果に優れたGOLD構造が適している場合もあれば、オフ電流値の小さいLDD構造が適している場合もあり、場合によっては、シングルドレイン構造が適している場合もある。LDD構造及びGOLD構造の形成は、ドライエッチング等のプロセスのみで形成する為、半導体装置内のトランジスタ構造が全て同一構造となり、回路毎にシングルドレイン構造とLDD構造及びGOLD構造を別々に形成することができない点が課題である。

【0010】

また、GOLD構造に於いては、低濃度不純物領域（ $n-$ 領域）の長さが、基本的にサイドエッチング等のエッチングにより形成される第1層ゲート電極膜の

みが存在する領域で決まる為、低濃度不純物領域（ n -領域）の長さに制約が生じ、またはその長さを十分に確保できない等の課題が有る。

本発明は、上記課題を解決することのできる半導体装置の製造法を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決する為の手段】

フォトリソグラフィ工程で使用されるゲート電極形成用フォトマスクまたはレチクルに於いて、ゲート電極形成用マスクパターンの片側または両側の端部に露光光の光強度を低減する機能を有する補助パターンを設置する。前記補助パターンでの露光光の光強度の低減機能を有する具体的パターンとしては、解像限界以下のライン／スペースから成るスリット部を有する回折格子パターンと露光光の透過率を低減する半透膜が考えられる。回折格子パターンの場合は、スリット（スペース）部のピッチとスリット幅を調整することにより、透過光の光強度を調整することができる。一方の半透膜の場合は、半透膜の透過率を調整することにより、透過光の光強度を調整することができる。

【0012】

尚、このフォトリソグラフィ工程で使用されるレジストはネガ型レジストが適用困難である為、当該ゲート電極形成用フォトマスクまたはレチクルのパターン構成は、ポジ型レジストを前提にしている。

【0013】

前記ゲート電極形成用フォトマスクまたはレチクルを用いて露光した場合、ゲート電極形成用マスクパターンの主パターンの領域は、遮光部である為に光強度はゼロであり、前記補助パターンの更に外側の領域は透光部である為、光強度は100%である。一方、前記補助パターン領域では、光強度が10～70%の範囲で調整されている。前記ゲート電極形成用フォトマスクまたはレチクルをフォトリソグラフィ工程に適用することにより、レジストパターンの片側または両側の端部の現像後レジスト膜厚が、通常のレジスト膜厚に比べ10～60%の範囲で薄く形成される。従って、レジストパターンの両側の端部が薄く形成された場合には、凸形状のレジストパターンが形成される。

【 0 0 1 4 】

ところで、ステッパ等の縮小投影露光装置を使用する単波長露光の場合、露光光の位相が或る程度揃っているパーシャルコヒーレント光である為、補助パターンとして半透膜を適用すると、半透膜がハーフトーン型位相シフタとして作用することが考えられる。この場合は、隣接する露光光との間の位相が 180° 程度に反転しない様に半透膜の膜厚の調整に注意が必要で、できれば 360° 程度になる様に調整する。従って、縮小投影露光装置に適用されるレチクルの場合には、補助パターンとして、半透膜を適用する上に於いて、位相シフト量と透過率の両方を考慮して、半透膜の膜厚を調整する。

【 0 0 1 5 】

また、本発明のフォトリソグラフィ工程に於いては、ポジ型レジストのみを前提にしていることは既に述べたが、ここではその理由について説明する。ネガ型レジストの場合はポジ型レジストと逆に、ゲート電極形成用フォトマスクまたはレチクルの主パターン領域が透光部で、補助パターンの外側の領域が遮光部であり、補助パターン領域が光強度調整部（光強度を $10\sim 70\%$ 程度の範囲で調整）のパターン構成となっている。前記パターン構成を有するフォトマスクまたはレチクルを用いて、ネガ型レジストを露光した場合、補助パターン領域にはレジストパターン形成に必要な十分な露光エネルギーが照射されない為、レジスト膜の上層部のみ露光された状態となり、下層部は未露光または露光不足の状態となっている。この状態のネガ型レジストを現像した場合、当該領域のレジスト膜の上層部は現像液に不溶であるが、下層部が現像液に可溶である為、レジスト膜の下層部のみをレジスト残膜とする良好なパターン形成ができない。

【 0 0 1 6 】

上記理由の為、本発明のフォトリソグラフィ工程に於いては、ネガ型レジストは適用困難であり、ポジ型レジストのみの適用となっている。

【 0 0 1 7 】

上記フォトリソグラフィ工程により、片側または両側の端部のレジスト膜厚が薄くなったレジストパターンを形成した後、ドライエッチング処理を行う。ドライエッチング工程に於いて、レジストパターン端部のレジスト膜厚の薄く形成さ

れた領域は、ゲート電極膜とレジスト膜との選択比の問題で、徐々にエッチングされ、ドライエッチングの途中で下地のゲート電極膜が露出し、この段階から当該領域のゲート電極膜のエッチングが進行し、ゲート電極膜の残膜厚が初期膜厚の5～30%程度の所定膜厚になる様にエッチングされる。この様にして、ゲート電極の片側または両側の端部が薄くなった領域を有するゲート電極構造が形成される。

【0018】

次に前記ゲート電極をマスクにn型不純物をイオン注入することにより、ゲート電極の外側に対応する下層領域にソース及びドレイン領域となる高濃度不純物領域（n+領域）が形成され、当該ゲート電極の片側または両側のゲート電極膜の薄くなった領域に対応する下層領域に低濃度不純物領域（n-領域）が形成される。この際、ゲート電極の膜厚の違いを考慮し、イオン注入時の加速電圧とイオン注入量を適宜選択することにより、高濃度不純物領域（n+領域）と低濃度不純物領域（n-領域）を同時に形成することができる。尚、ゲート電極を形成した際のドライエッチングマスクであるレジストパターンは、イオン注入工程の前後のどちらで除去しても良い。

【0019】

以上はGOLD構造トランジスタの形成法について記載したものであるが、半導体装置には様々な回路が内包されており、回路によってはホットキャリア対策効果に優れたGOLD構造トランジスタが適している場合もあれば、オフ電流値の小さいLDD構造トランジスタが適している場合もある。また場合によっては、シングルドレイン構造トランジスタが適している場合もある。よって、回路毎にGOLD構造とLDD構造及びシングルドレイン構造トランジスタを別々に形成する方法について、以下に記載する。

【0020】

GOLD構造とLDD構造トランジスタを回路毎に別々に形成する方法については、イオン注入工程からのプロセス変更で対応できる。ドライエッチング工程が終了した後、第1のイオン注入工程を行うことにより、前記ゲート電極の外側に対応する下層領域に低濃度不純物領域（n-領域）が形成される。次に、ゲ-

ト電極を形成した際のドライエッチングマスクであるレジストパターンを除去する。尚、前記レジストパターンの除去は、第1のイオン注入工程の前に行っても良い。次にLDD構造形成領域に於いては、前記ゲート電極を被覆する様に、新たにレジストパターンを形成する。次に第2のイオン注入を行うことにより、ソース及びドレイン領域となる高濃度不純物領域（ $n+$ 領域）を形成する。

【0021】

この際、LDD構造形成領域に於いては、ゲート電極を被覆しているレジストパターンをマスクにイオン注入することにより、レジストパターンから露出した領域に対応する下層領域にソース及びドレイン領域となる高濃度不純物領域（ $n+$ 領域）が形成される。ゲート電極の外側で且つレジストパターンの内側の領域に対応する下層領域には、既に第1のイオン注入工程により低濃度不純物領域（ $n-$ 領域）が形成されており、今回の高濃度不純物領域（ $n+$ 領域）の形成により、LDD構造トランジスタが形成される。

【0022】

一方、GOLD構造形成領域に於いては、ゲート電極をマスクにイオン注入が行われることにより、ゲート電極から露出した領域に対応する下層領域にソース及びドレイン領域となる高濃度不純物領域（ $n+$ 領域）が形成され、同時に当該ゲート電極の片側または両側のゲート電極膜の薄くなった領域に対応する下層領域に低濃度不純物領域（ $n-$ 領域）が形成される。GOLD構造トランジスタは、ゲート電極での端部の膜厚の違いを考慮し、イオン注入時の加速電圧とイオン注入量を適宜選択することにより、高濃度不純物領域（ $n+$ 領域）と低濃度不純物領域（ $n-$ 領域）を同時に形成することで実現できる。

【0023】

尚、既にゲート電極から露出した領域には、第1のイオン注入工程により低濃度不純物が注入されており、その上から第2のイオン注入工程である高濃度不純物が注入されることになるが、ソース及びドレイン領域となる高濃度不純物領域（ $n+$ 領域）の形成には特に支障は起こらない。この後に、LDD構造形成領域に形成された前記レジストパターンを除去する。

【0024】

次に、シングルドレイン構造トランジスタの形成法について、以下に記載する。シングルドレイン構造トランジスタの形成は簡単で、ゲート電極形成用フォトマスクまたはレチクルに於ける光強度低減機能を有する補助パターンを設置しない場合に、シングルドレイン構造トランジスタの形成が可能となる。光強度低減機能を有する補助パターンがない場合は、ゲート電極形成用レジストパターンとゲート電極が各々矩形形状となる為、上記の第1のイオン注入工程と第2のイオン注入工程で注入される低濃度不純物領域（ n^- 領域）と高濃度不純物領域（ n^+ 領域）が当該ゲート電極の外側に対応する下層領域で重なり、シングルドレイン構造トランジスタが形成される。

【 0 0 2 5 】

既に記載したGOLD構造とLDD構造トランジスタの形成法と上記のシングルドレイン構造トランジスタの形成法を合わせることにより、回路毎にGOLD構造とLDD構造とシングルドレイン構造トランジスタを別々に形成することが可能となる。

【 0 0 2 6 】

本発明は、マスクパターンに光強度低減機能を有する補助パターンを設置したゲート電極形成用フォトマスクまたはレチクルをフォトリソグラフィ工程に適用することにより、エッチング及びイオン注入工程を通し、簡単にGOLD構造トランジスタから成る半導体装置を製造可能とするものである。

【 0 0 2 7 】

また、GOLD構造トランジスタに於いては、マスクパターンに設置する光強度低減機能を有する補助パターンの寸法は任意の長さに設定可能である為、低濃度不純物領域（ n^- 領域）のチャネル方向寸法も任意の長さに形成でき、GOLD構造トランジスタの性能向上を可能とするものである。

【 0 0 2 8 】

また、前記GOLD構造トランジスタから成る半導体装置の製造に於いて、イオン注入工程を2回に分け、低濃度不純物用の第1のイオン注入工程を処理し、次にLDD構造形成領域のみにゲート電極を被覆する様にレジストパターンを形成した後に、高濃度不純物用の第2のイオン注入を処理する様にプロセスの変更

を行うことにより、LDD構造とGOLD構造トランジスタを回路毎に別々に形成可能とするものである。

【0029】

また、前記ゲート電極形成用フォトマスクまたはレチクルに於いて、任意のマスクパターンに光強度低減機能を有する補助パターンを設置することにより、半導体装置の回路パターン毎にシングルドレイン構造とGOLD構造トランジスタを別々に形成することを可能とするものである。

【0030】

【発明の実施の形態】

（実施形態1）

回折格子パターンまたは半透膜から成る光強度低減機能を有するゲート電極形成用フォトマスクまたはレチクルを利用したフォトリソグラフィ工程をGOLD構造多結晶シリコンTFTの形成に適用した場合について、図1～図2に基づき記載する。

最初に回折格子パターンまたは半透膜から成る光強度低減機能を有する補助パターンを設置したゲート電極形成用フォトマスクまたはレチクルの構成について、図1を用いて説明する。

【0031】

ゲート電極形成用フォトマスクまたはレチクルに於けるマスクパターンの片側または両側の端部に光強度低減機能を有する補助パターンを設置する。この補助パターンの具体例として、図1（A）と図1（B）に解像限界以下のライン／スペースから成るスリット部を有する回折格子パターンの例を示す。尚、このフォトリソグラフィ工程で使用されるレジストはネガ型レジストが適用困難である為、当該ゲート電極形成用フォトマスクまたはレチクル101、105のパターン構成は、ポジ型レジストを前提にしている。よって、ゲート電極形成用マスクパターンの主パターンの領域が遮光部102、106で、光強度低減機能を有する補助パターンの領域がスリット部103、107で、補助パターンの外側の領域が透光部104、108のパターン構成となっている。前記スリット部のスリット方向は、スリット部103の様に主パターン（遮光部102）の方向と平行

でも、スリット部 1 0 7 の様に主パターン（遮光部 1 0 6）の方向と垂直でも構わない（図 1（A）と図 1（B））。

【0 0 3 2】

前記ゲート電極形成用フォトマスクまたはレチクル 1 0 1，1 0 5 に露光光を照射した場合、遮光部 1 0 2，1 0 6 の光強度はゼロであり、透光部 1 0 4，1 0 8 の光強度は 1 0 0 % である。一方、解像限界以下のライン／スペースから成る回折格子パターンのスリット部 1 0 3，1 0 7 で構成される光強度低減機能を有する補助パターンの光強度は、1 0 ～7 0 % の範囲で調整可能となっており、その代表的光強度分布の例を光強度分布 1 0 9 に示す。回折格子パターンに於ける前記スリット部 1 0 3，1 0 7 の光強度の調整は、スリット部 1 0 3，1 0 7 のピッチ及びスリット幅の調整により実現している（図 1（C））。

【0 0 3 3】

次に補助パターンの具体例として、図 1（D）に露光光の光強度を低減する機能を有する半透膜の例を示す。ゲート電極形成用フォトマスクまたはレチクル 1 1 0 に於けるゲート電極形成用マスクパターンの主パターンの領域が遮光部 1 1 1 で、光強度低減機能を有する補助パターンの領域が半透膜から成る半透光部 1 1 2 で、その外側の領域が透光部 1 1 3 である（図 1（D））。

【0 0 3 4】

前記ゲート電極形成用フォトマスクまたはレチクル 1 1 0 に露光光を照射した場合、遮光部 1 1 1 及び透光部 1 1 3 の光強度は各々ゼロと 1 0 0 % であり、半透膜から成る半透光部 1 1 2 で構成される補助パターン領域の光強度は、1 0 ～7 0 % の範囲で調整可能となっており、その代表的光強度分布の例を光強度分布 1 1 4 に示す（図 1 - E）。

【0 0 3 5】

次に回折格子パターンまたは半透膜から成る光強度低減機能を有するゲート電極形成用フォトマスクまたはレチクル 1 0 1，1 0 5，1 1 0 を利用した G O L D 構造多結晶シリコン T F T の形成法について、図 2 を用いて説明する。

【0 0 3 6】

回折格子パターンまたは半透膜から成る光強度低減機能を有する補助パターン

を設置した前記ゲート電極形成用フォトマスクまたはレチクル 1 0 1, 1 0 5, 1 1 0 をフォトリソグラフィ工程に適用することにより、レジストパターンの片側または両側の端部に於いて、現像後レジスト膜厚が通常に比べ、1 0 ~ 6 0 % の範囲で薄くなった現像後レジストパターン 2 0 5 a を形成する (図 2 (A))

【 0 0 3 7 】

次に、前記現像後レジストパターン 2 0 5 a をマスクに、ドライエッチング処理を行う。ドライエッチング工程に於いて、前記現像後レジストパターン 2 0 5 a から露出しているゲート電極膜 2 0 4 a は、完全にエッチングされ、更に下層側に存在する酸化窒化シリコン膜から成るゲート絶縁膜 2 0 3 a が若干オーバーエッチングされるまでドライエッチング処理を行う。一方、前記現像後レジストパターン 2 0 5 a の片側または両側の端部のレジスト膜厚が薄くなった領域は、ゲート電極膜 2 0 4 a との選択比の問題で、レジスト膜が徐々にエッチングされ、ドライエッチングの途中で当該領域のレジスト膜が消失し、その下側のゲート電極膜 2 0 4 a が露出し、この段階から当該領域のゲート電極膜 2 0 4 a のエッチングが進行し、その残膜厚が初期膜厚の 5 ~ 3 0 % の所定膜厚になる様にエッチングされる。

【 0 0 3 8 】

ここで、ドライエッチング工程に於けるレジストパターンの形状は、片側または両側の端部のレジスト膜厚が薄くなった領域を有する現像後レジストパターン 2 0 5 a から、最終的にはドライエッチング後レジストパターン 2 0 5 b の形状に変化している。ドライエッチングにより、ゲート電極膜の片側または両側の端部が薄くなった領域を有するゲート電極 2 0 4 b が形成され、前記ゲート電極 2 0 4 b から露出した領域に存在する下層膜である酸化窒化シリコン膜から成るゲート絶縁膜 2 0 3 b は、オーバーエッチングにより薄くなった形状になっている (図 2 (B))。

【 0 0 3 9 】

次に当該ゲート電極 2 0 4 b をマスクとして、ソース及びドレイン領域に n 型不純物の高濃度イオン注入を行う。片側または両側の端部が薄くなった領域を有

するゲート電極 2 0 4 b から露出した領域に対応する多結晶シリコン膜 2 0 2 に、ソース及びドレイン領域となる高濃度不純物領域 ($n +$ 領域) 2 0 6 が形成される。更に、当該ゲート電極 2 0 4 b の端部の膜厚が薄い領域に対応する多結晶シリコン膜 2 0 2 に低濃度不純物領域 ($n -$ 領域) 2 0 7 が形成される。この際、前記高濃度不純物領域 ($n +$ 領域) 2 0 6 と前記低濃度不純物領域 ($n -$ 領域) 2 0 7 は、ゲート電極の膜厚の違いを考慮し、イオン注入時の加速電圧とイオン注入量を適宜選択することにより、高濃度不純物領域 ($n +$ 領域) 2 0 6 と低濃度不純物領域 ($n -$ 領域) 2 0 7 を同時に形成することができる。尚、ドライエッチング後レジストパターン 2 0 5 b は、イオン注入工程の前または後の工程のどちらで除去しても良い (図 2 (C))。

【 0 0 4 0 】

尚、ここでは G O L D 構造多結晶シリコン T F T の形成法について記載したが、光強度低減機能を有する補助パターンを設置した前記ゲート電極形成用フォトマスクまたはレチクル 1 0 1, 1 0 5, 1 1 0 は、シリコン基板等の半導体基板を使用する G O L D 構造 M O S 型トランジスタの形成にも、勿論適用可能である。この場合は、ソース及びドレイン領域となる高濃度不純物領域 ($n +$ 領域) とゲート電極とオーバーラップしている低濃度不純物領域 ($n -$ 領域) は、各々シリコン基板等の半導体基板に形成される。

【 0 0 4 1 】

(実施形態 2)

液晶ディスプレイ等の半導体装置には様々な回路が内包されており、回路によってはホットキャリア対策効果に優れた G O L D 構造が適している場合もあれば、オフ電流値の小さい L D D 構造が適している場合もあり、場合によっては、シングルドレイン構造が適している場合もある。従って、回路毎に G O L D 構造及び L D D 構造とシングルドレイン構造の多結晶シリコン T F T を別々に形成する必要がある。実施形態 2 に於いては、回路毎に G O L D 構造と L D D 構造及びシングルドレイン構造の多結晶シリコン T F T を別々に形成する方法について、図 3 に基づき記載する。尚、前記ゲート電極形成用フォトマスクまたはレチクル 1 0 1, 1 0 5, 1 1 0 (図 1 (A), (B), (D)) の構成については、既に

実施形態 1 に記載している為、ここでは割愛する。

【 0 0 4 2 】

ここで使用する基板構造についてであるが、石英ガラス等から成るガラス基板 3 0 1 上に所定膜厚の多結晶シリコン膜 3 0 2 と酸化窒化シリコン膜から成る所定膜厚のゲート絶縁膜 3 0 3 と所定膜厚のゲート電極膜 3 0 4 が各々積層されている構造の基板を使用する。前記構造の基板上に、回折格子パターンまたは半透膜から成る光強度低減機能を有する補助パターンを設置したゲート電極形成用フォトリソグラフィ工程を行い、ゲート電極形成用の現像後レジストパターン 3 0 5、3 0 6 を形成する。

【 0 0 4 3 】

尚、GOLD 構造形成領域 4 0 1 と LDD 構造形成領域 4 0 2 に於いては、マスクパターンに回折格子パターンまたは半透膜から成る光強度低減機能を有する補助パターンが設置されている為、両側の端部のレジスト膜厚が通常に比べ、10～60%の範囲で薄くなった現像後レジストパターン 3 0 5 が形成される。一方、シングルドレイン構造形成領域 4 0 3 に於いては、マスクパターンに前記補助パターンがない為、通常の矩形形状の現像後レジストパターン 3 0 6 が形成される（図 3（A））。

【 0 0 4 4 】

次に、前記現像後レジストパターン 3 0 5、3 0 6 をマスクにドライエッチング処理を行う。ドライエッチング工程に於いて、GOLD 構造形成領域 4 0 1 と LDD 構造形成領域 4 0 2 に於ける現像後レジストパターン 3 0 5 から露出しているゲート電極膜 3 0 4、並びにシングルドレイン構造形成領域 4 0 3 に於ける現像後レジストパターン 3 0 6 から露出しているゲート電極膜 3 0 4 は、各々完全にエッチングされ、更に下層側に存在する酸化窒化シリコン膜から成るゲート絶縁膜 3 0 3 が若干オーバーエッチングされるまでドライエッチング処理を行う。

【 0 0 4 5 】

GOLD 構造形成領域 4 0 1 と LDD 構造形成領域 4 0 2 に於ける現像後レジ

ストパターン 3 0 5 の両側端部のレジスト膜厚が薄くなった領域は、ゲート電極膜 3 0 4 との選択比の問題で、レジスト膜が徐々にエッチングされ、ドライエッチングの途中で当該領域のレジスト膜が消失し、その下側のゲート電極膜 3 0 4 が露出し、この段階から当該領域のゲート電極膜 3 0 4 のエッチングが進行し、その残膜厚が初期膜厚の 5 ~ 3 0 % の所定膜厚になる様にエッチングされる。ここで、ドライエッチング工程に於けるレジストパターンの形状は、現像後レジストパターン 3 0 5 から、最終的にドライエッチング後レジストパターン 3 0 7 の形状に変化している。ドライエッチングにより、パターン両側の端部が薄くなった領域を有するゲート電極 3 0 8 が形成され、前記ゲート電極 3 0 8 から露出した領域に存在する下層膜である酸化窒化シリコン膜から成るゲート絶縁膜 3 0 9 は、オーバーエッチングにより薄くなった形状になっている。

【 0 0 4 6 】

一方、シングルドレイン構造形成領域 4 0 3 に於ける現像後レジストパターン 3 0 6 をマスクにドライエッチングした場合、レジスト膜から露出した領域に存在する下層膜であるゲート電極膜 3 0 4 は完全にエッチングされ、ゲート電極 3 1 1 が形成される。また、更に下層膜である酸化窒化シリコン膜から成るゲート絶縁膜 3 0 3 が若干オーバーエッチングされるまでドライエッチング処理が行われることにより、オーバーエッチングにより薄くなった形状のゲート絶縁膜 3 1 2 が得られる（図 3（B））。

【 0 0 4 7 】

次に、ドライエッチングにより形成されたゲート電極 3 0 8, 3 1 1 をマスクに第 1 のイオン注入処理である n 型不純物の低濃度イオン注入を行い、ゲート電極 3 0 8, 3 1 1 から露出した領域に対応する多結晶シリコン膜 3 0 2 に低濃度不純物領域（n-領域）3 1 3, 3 1 4 を形成する（図 3（B））。

【 0 0 4 8 】

次に、ドライエッチングのマスクとなった不要なドライエッチング後レジストパターン 3 0 7, 3 1 0 をレジスト除去する。そして、LDD 構造形成領域 4 0 2 に於いて、ゲート電極 3 0 8 を覆う様に、レジストパターン 3 1 5 を新規に形成する（図 3（C））。

【 0 0 4 9 】

次に、第 2 のイオン注入処理である n 型不純物の高濃度イオン注入を行う。この際、GOLD 構造形成領域 4 0 1 に於いては、ゲート電極 3 0 8 をマスクにイオン注入が行われることにより、ゲート電極 3 0 8 から露出した領域に対応する多結晶シリコン膜 3 0 2 にソース及びドレイン領域となる高濃度不純物領域（n + 領域）3 1 6 が形成され、同時に当該ゲート電極 3 0 8 の両側に存在するゲート電極膜の薄くなった領域に対応する多結晶シリコン膜 3 0 2 に低濃度不純物領域（n - 領域）3 1 7 が形成される。GOLD 構造多結晶シリコン T F T は、ゲート電極 3 0 8 に於ける端部の膜厚の違いを考慮し、イオン注入時の加速電圧とイオン注入量を適宜選択することにより、高濃度不純物領域（n + 領域）3 1 6 と低濃度不純物領域（n - 領域）3 1 7 を同時に形成することで実現できる。

【 0 0 5 0 】

尚、既にゲート電極 3 0 8 から露出した領域には、第 1 のイオン注入処理により低濃度不純物領域（n - 領域）3 1 3 が形成されており、その上から第 2 のイオン注入処理である高濃度不純物が注入されることになるが、ソース及びドレイン領域となる高濃度不純物領域（n + 領域）3 1 6 の形成には特に支障は起こらない（図 3（D））。

【 0 0 5 1 】

また、LDD 構造形成領域 4 0 2 に於いては、ゲート電極 3 0 8 を被覆しているレジストパターン 3 1 5 をマスクにイオン注入することにより、レジストパターン 3 1 5 から露出した領域に対応する多結晶シリコン膜 3 0 2 にソース及びドレイン領域となる高濃度不純物領域（n + 領域）3 1 8 が形成される。ゲート電極 3 0 8 の外側で且つレジストパターン 3 1 5 の内側の領域に対応する多結晶シリコン膜 3 0 2 には、既に第 1 のイオン注入処理により低濃度不純物領域（n - 領域）3 1 9 が形成されており、第 2 のイオン注入処理による高濃度不純物領域（n + 領域）3 1 8 の形成と合わせて、LDD 構造多結晶シリコン T F T が構成される（図 3（D））。

【 0 0 5 2 】

また、シングルドレイン構造形成領域 4 0 3 に於いては、ゲート電極 3 1 1 か

ら露出した領域に対応する多結晶シリコン膜 3 0 2 に、既に第 1 のイオン注入処理により低濃度不純物領域 (n-領域) 3 1 4 が形成されているが、その上に重なる様に第 2 のイオン注入処理により、高濃度不純物領域 (n+領域) 3 2 0 が形成される。この様にシングルドレイン構造多結晶シリコン TFT は、ソース及びドレイン領域が高濃度不純物領域 (n+領域) 3 2 0 のみで形成される構造になっている (図 3 (D))。

【 0 0 5 3 】

尚、ここでは GOLD 構造及び LDD 構造とシングルドレイン構造の多結晶シリコン TFT を別々に形成する方法について記載したが、光強度低減機能を有する補助パターンを設置した前記ゲート電極形成用フォトマスクまたはレチクル 1 0 1, 1 0 5, 1 1 0 は、シリコン基板等の半導体基板を使用する同構造の MOS 型トランジスタの形成にも、勿論適用可能である。この場合は、高濃度不純物領域 (n+領域) 及び低濃度不純物領域 (n-領域) は、各々シリコン基板等の半導体基板に形成される。

【 0 0 5 4 】

上記の実施形態 1 及び実施形態 2 で説明した本発明について、以下に記載する実施例で更に詳細な説明を行うこととする。

【 0 0 5 5 】

【実施例】

(実施例 1)

回折格子パターンまたは半透膜から成る光強度低減機能を有する補助パターンを設置したフォトマスクまたはレチクル 1 0 1, 1 0 5, 1 1 0 (図 1 (A), (B), (D)) をゲート電極形成用のフォトリソグラフィ工程に適用し、GOLD 構造及び LDD 構造多結晶シリコン TFT で構成されるアクティブマトリクス型液晶ディスプレイの製造法について、図 4 ~ 図 8 を用いて詳細に説明する。尚、実施形態 2 に於いては、GOLD 構造と LDD 構造及びシングルドレイン構造の多結晶シリコン TFT を別々に形成する方法について記載したが、本実施例に於いては、GOLD 構造と LDD 構造の多結晶シリコン TFT で構成される液晶ディスプレイの製造法について記載する。

【 0 0 5 6 】

最初に、液晶ディスプレイ全体の回路構成を図4に示す。液晶ディスプレイは、画素領域501と画素領域501を駆動する為の周辺回路で構成されている。周辺回路は、シフトレジスタ回路502、506とレベルシフト回路503、507とバッファ回路504、508とサンプリング回路505で構成されている。周辺回路であるシフトレジスタ回路502、506とレベルシフト回路503、507とバッファ回路504、508には、ホットキャリア対策効果に優れたGOLD構造の多結晶シリコンTFTが使われており、一方、画素領域501と周辺回路の一部であるサンプリング回路505にはオフ電流値を抑える効果に優れたLDD構造の多結晶シリコンTFTが使われている（図4）。

【 0 0 5 7 】

前記回路構成の液晶ディスプレイの製造法について、以下に図5～図8を用いて具体的に記載する。

【 0 0 5 8 】

最初に、ガラス基板601上にプラズマCVD法により、各々組成比の異なる第1層目の酸化窒化シリコン膜602aを50nmと第2層目の酸化窒化シリコン膜602bを100nmの膜厚で堆積し、下地膜602を成膜する。尚、ここで用いるガラス基板601としては、石英ガラスまたはバリウムホウケイ酸ガラスまたはアルミノホウケイ酸ガラス等が有る。次に前記下地膜602（602aと602b）上にプラズマCVD法により、非晶質シリコン膜55nmを堆積した後、ニッケル含有溶液を非晶質シリコン膜上に保持させた。この非晶質シリコン膜を脱水素化处理（500℃－1時間）した後、熱結晶化（550℃－4時間）を行い、更にレーザーアニール処理により多結晶シリコン膜とした。次にフォトリソグラフィ工程及びエッチング工程により、この多結晶シリコン膜をパターニングし、半導体層603～607を形成した。この際、半導体層603～607を形成した後、TFTの V_{th} を制御する為の不純物元素（ボロンまたはリン）のドーピングを実施しても構わない。次に半導体層603～607を覆う様に、プラズマCVD法により110nm厚の酸化窒化シリコン膜から成るゲート絶縁膜608を形成し、更にゲート絶縁膜608上に400nm厚のTa₂N膜から

成るゲート電極膜 6 0 9 をスパッタ法により堆積した（図 5（A））。

【 0 0 5 9 】

次に露光光の透過率を低減する機能を有するライン／スペースから成る回折格子パターンまたは半透膜で構成される補助パターンを設置したフォトマスクまたはレチクル 1 0 1, 1 0 5, 1 1 0（図 1（A）,（B）,（D））をゲート電極形成用のフォトリソグラフィ工程に適用し、両側が薄くなった形状のゲート電極形成用の現像後レジストパターン 6 1 0 a ～ 6 1 5 a を形成する（図 5（B））。

【 0 0 6 0 】

次にゲート電極形成用の前記現像後レジストパターン 6 1 0 a ～ 6 1 5 a をマスクに、T a N 膜から成る 4 0 0 n m 厚のゲート電極膜 6 0 9 のドライエッチング処理を行う。ドライエッチング後のゲート電極の形状は両側の端部が薄くなった凸型形状で、薄い領域の膜厚が初期膜厚 4 0 0 n m の 5 ～ 3 0 % 程度（好ましくは 7 ～ 8 % 程度、3 0 n m 程度）になる様にエッチングされ、ゲート電極 6 1 7 ～ 6 2 2 が形成される。この際、ドライエッチング工程に於けるレジストパターンの形状は、両側の端部のレジスト膜厚が薄く形成された現像後レジストパターン 6 1 0 a ～ 6 1 5 a から、レジスト膜厚の薄い領域が消失したドライエッチング後レジストパターン 6 1 0 b ～ 6 1 5 b の形状に変化している。また、ゲート電極 6 1 7 ～ 6 2 2 から露出した領域の酸化窒化シリコン膜から成るゲート絶縁膜 6 0 8 は、ドライエッチングにより薄くなった形状のゲート絶縁膜 6 1 6 に変化している。

【 0 0 6 1 】

次にドライエッチング後レジストパターン 6 1 0 b ～ 6 1 5 b を除去せずに、第 1 のイオン注入処理である n 型不純物の低濃度イオン注入を行い、ゲート電極 6 1 7 ～ 6 2 2 から露出した領域に対応する半導体層 6 0 3 ～ 6 0 7 に低濃度不純物領域（n-領域） 6 2 3 ～ 6 2 7 を形成する。この際のイオン注入条件は n 型不純物としてリン（P）を用い、ドーズ量が $3 \times 10^{12} \sim 3 \times 10^{13} \text{ atoms/cm}^2$ 及び加速電圧が 6 0 ～ 1 0 0 k e V の条件で処理した（図 6（A））。

【 0 0 6 2 】

次に、ドライエッチング後レジストパターン610b～615bを除去する。
この後、画素TF T 7 0 4をLDD構造にする為、当該領域に存在するゲート電極620を覆う様に、第2のイオン注入処理のマスクとなるレジストパターン628を形成する。

【0063】

そして、第2のイオン注入処理であるn型不純物の高濃度イオン注入を行う。
イオン注入条件としては、ドーズ量が $5 \times 10^{14} \sim 5 \times 10^{15} \text{ atoms/cm}^2$ で、加速電圧が60～100keVの条件でイオン注入する。

【0064】

この際、LDD構造形成領域の画素領域707である画素TF T 7 0 4の領域に於いては、ゲート電極620を被覆しているレジストパターン628をマスクにイオン注入することにより、レジストパターン628から露出した領域に対応する半導体層606にソース及びドレイン領域となる高濃度不純物領域（n+領域）632が形成される。ゲート電極620の外側で且つレジストパターン628の内側の領域に対応する半導体層606には、既に第1のイオン注入処理により低濃度不純物領域（n-領域）626が形成されており、第2のイオン注入処理による高濃度不純物領域（n+領域）632の形成と合わせて、LDD構造多結晶シリコンTF Tが形成される。

【0065】

一方、GOLD構造形成領域である周辺回路の駆動回路706に於いては、ゲート電極617～619をマスクにイオン注入が行われることにより、ゲート電極617～619から露出した領域に対応する半導体層603～605にソース及びドレイン領域となる高濃度不純物領域（n+領域）629～631が形成され、同時に当該ゲート電極617～619の両側に存在するゲート電極膜の薄くなった領域に対応する半導体層603～605に低濃度不純物領域（n-領域）634～636が形成される。この様に、ゲート電極617～619に於ける両側の膜厚の違いを考慮し、イオン注入時の加速電圧とイオン注入量を適宜選択することにより、高濃度不純物領域（n+領域）629～631と低濃度不純物領域（n-領域）634～636を同時に形成し、GOLD構造多結晶シリコンT

FTを形成することができる。

【0066】

尚、画素領域707の保持容量705に於いても、ゲート電極621（容量形成領域の為、正確にはゲート電極でなく単なる電極）をマスクに第2のイオン注入処理が行われる為、ゲート電極621の膜厚の違いを利用し、半導体層607に高濃度不純物領域（n+領域）633と低濃度不純物領域（n-領域）637が同時に形成され、構造的にはGOLD構造と類似の構造が形成されているが、多結晶シリコンTFETの形成領域でない為、GOLD構造ではない（図6（B））。

【0067】

次に新規のフォトリソグラフィ工程を行うことにより、駆動回路706に於けるpチャネル型TFET702領域と画素領域707に於ける保持容量705領域をレジスト開口させ、その他の領域はレジストパターン638～640で被覆する様にパターンニングする。

【0068】

前記レジストパターン638～640をマスクに第3のイオン注入処理であるp型不純物の高濃度イオン注入を行う。この際、pチャネル型TFET702領域には、ゲート電極618をマスクに前記一導電型とは逆の導電型を付与する不純物元素であるボロン（B）等のp型不純物がイオン注入され、ゲート電極618から露出した領域に対応する半導体層604にソース及びドレイン領域となる高濃度不純物領域（p+領域）641とゲート電極618の両側の膜厚が薄い領域に対応する半導体層604に低濃度不純物領域（p-領域）643が形成され、GOLD構造多結晶シリコンTFETが形成される。第3のイオン注入領域は、第1及び第2のイオン注入によりn型不純物であるリン（P）が既にイオン注入されているが、p型不純物であるボロン（B）の濃度が $2 \times 10^{20} \sim 2 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ となる様にイオン注入される為、pチャネル型多結晶シリコンTFETのソース及びドレイン領域として機能することができる。

【0069】

尚、保持容量705領域についても、pチャネル型TFET702と同様に、対

応する半導体層 6 0 7 に高濃度不純物領域 (n+領域) 6 4 2 と低濃度不純物領域 (n-領域) 6 4 4 が形成され、構造的には G O L D 構造と類似の構造が形成されているが、多結晶シリコン T F T の形成領域でない為、G O L D 構造ではない (図 7 (A))。

【0070】

次に前記レジストパターン 6 3 8 ~ 6 4 0 を除去した後、プラズマ C V D 法により 1 5 0 n m 厚の酸化窒化シリコン膜から成る第 1 の層間絶縁膜 6 4 5 を堆積させる。更に、半導体層 6 0 3 ~ 6 0 7 に注入された各不純物元素を熱活性化処理する為、5 5 0 ° C - 4 時間の熱アニール処理を行う。尚、本実施例では、T F T のオフ電流値の低下及び電界効果移動度の向上の為、不純物元素の熱活性化処理と同時に、半導体層 6 0 3 ~ 6 0 7 の結晶化の際に触媒として使用したニッケル (N i) を高濃度のリン (P) を含む不純物領域 6 2 9 ~ 6 3 3 でゲッタリングすることにより、チャネル形成領域となる半導体層中のニッケル (N i) 濃度の低減を実現している。この様な方法で製造したチャネル形成領域を有する多結晶シリコン T F T は、結晶性が良好で高い電界効果移動度を有する為、オフ電流値の低下等の良好な電気特性を示すことができる。前記熱活性化処理は、第 1 の層間絶縁膜 6 4 5 を堆積する前に行っても構わないが、ゲート電極 6 1 7 ~ 6 2 2 の配線材料の耐熱性が弱い場合には、本実施例の様に層間絶縁膜を堆積した後、熱活性化処理を行う方が好ましい。次に、水素を 3 % 含有する窒素雰囲気中で 4 1 0 ° C - 1 時間の熱処理を行うことにより、半導体層 6 0 3 ~ 6 0 7 のダングリングボンドを終端させる為の水素化処理を行う (図 7 (B))。

【0071】

次に酸化窒化シリコン膜から成る第 1 の層間絶縁膜 6 4 5 上に 1 . 6 μ m 厚のアクリル樹脂膜から成る有機絶縁材料である第 2 の層間絶縁膜 6 4 6 を成膜する。その後、フォトリソグラフィ工程とドライエッチング工程により、ソース配線として機能するゲート電極 6 2 2 及び第 1 と第 3 のイオン注入領域である不純物領域 6 2 9 , 6 3 1 , 6 3 2 , 6 4 1 , 6 4 2 に接続する為のコンタクトホールを形成する (図 8 (A))。

【0072】

次に駆動回路 7 0 6 に於ける各不純物領域 6 2 9, 6 3 1, 6 4 1 と各々電氣的に接続する為の金属配線 6 4 7 ~ 6 5 2 を形成する。また画素部 7 0 7 に於ける接続電極 6 5 3, 6 5 5, 6 5 6 とゲート配線 6 5 4 を前記金属配線 6 4 7 ~ 6 5 2 と同時に形成する。尚、金属配線材料としては、5 0 n m 厚の T i 膜と 5 0 0 n m 厚の A l - T i 合金膜の積層膜を適用している。接続電極 6 5 3 は、ソース配線として機能するゲート電極 6 2 2 と画素 T F T 7 0 4 とを不純物領域 6 3 2 を介して電氣的に接続する為のものである。接続電極 6 5 5 は画素 T F T 7 0 4 の不純物領域 6 3 2 と電氣的に接続しており、接続電極 6 5 6 は保持容量 7 0 5 の不純物領域 6 4 2 と電氣的に接続している。ゲート配線 6 5 4 は、画素 T F T 7 0 4 の複数のゲート電極 6 2 0 を電氣的に接続する為のものである。次に、I T O (Indium-Ti-Oxide) 等の透明導電膜を 8 0 ~ 1 2 0 n m の厚さで堆積し、フォトリソグラフィ工程とエッチング工程により、画素電極 6 5 7 を形成する。画素電極 6 5 7 は、画素 T F T 7 0 4 のドレイン領域である不純物領域 6 3 2 と接続電極 6 5 5 を介して電氣的に接続され、更に保持容量 7 0 5 を形成する一方の電極として機能する不純物領域 6 4 2 と接続電極 6 5 6 を介して電氣的に接続される (図 8 (B))。

【 0 0 7 3 】

以上の様にして、n チャネル型 T F T 7 0 1、p チャネル型 T F T 7 0 2、n チャネル型 T F T 7 0 3 を有する駆動回路 7 0 6 と、画素 T F T 7 0 4、保持容量 7 0 5 とを有する画素領域 7 0 7 で構成される液晶ディスプレイを製造することができる。

【 0 0 7 4 】

(実施例 2)

本発明は、様々な半導体表示装置 (アクティブマトリクス型液晶表示装置、アクティブマトリクス型 E L 表示装置、アクティブマトリクス型 E C 表示装置) に適用することができる。従って、本発明は、前記半導体表示装置を表示媒体として組み込んだ電子機器全般に適用可能である。

【 0 0 7 5 】

前記電子機器としては、ビデオカメラ、デジタルカメラ、プロジェクター (リ

ア型またはフロント型)、ヘッドマウントディスプレイ(ゴーグル型ディスプレイ)、ゲーム機、カーナビゲーション、パーソナルコンピュータ、携帯情報端末(モバイルコンピュータ、携帯電話または電子書籍等)等が挙げられる。それらの一例を図9~図11に示す。

【0076】

図9(A)はパーソナルコンピュータであり、本体1001、映像入力部1002、表示装置1003、キーボード1004で構成される。本発明を表示装置1003及び他の回路に適用することができる。

【0077】

図9(B)はビデオカメラであり、本体1101、表示装置1102、音声入力部1103、操作スイッチ1104、バッテリー1105、受像部1106で構成される。本発明を表示装置1102及び他の回路に適用することができる。

【0078】

図9(C)はモバイルコンピュータ(モービルコンピュータ)であり、本体1201、カメラ部1202、受像部1203、操作スイッチ1204、表示装置1205で構成される。本発明を表示装置1205及び他の回路に適用することができる。

【0079】

図9(D)はゴーグル型ディスプレイであり、本体1301、表示装置1302、アーム部1303で構成される。本発明を表示装置1302及び他の回路に適用することができる。

【0080】

図9-Eはプログラムを記録した記録媒体(以下、記録媒体と略記)を用いるプレーヤーであり、本体1401、表示装置1402、スピーカー部1403、記録媒体1404、操作スイッチ1405で構成される。尚、この装置は記録媒体としてDVD、CD等を用い、音楽鑑賞またはゲームまたはインターネットを行うことができる。本発明を表示装置1402及び他の回路に適用することができる。

【0081】

図 1 0 (A) はフロント型プロジェクターであり、光源光学系及び表示装置 1 5 0 1、スクリーン 1 5 0 2 で構成される。本発明を表示装置 1 5 0 1 及び他の回路に適用することができる。

【 0 0 8 2 】

図 1 0 (B) はリア型プロジェクターであり、本体 1 6 0 1、光源光学系及び表示装置 1 6 0 2、ミラー 1 6 0 3、ミラー 1 6 0 4、スクリーン 1 6 0 5 で構成される。本発明を表示装置 1 6 0 2 及び他の回路に適用することができる。

【 0 0 8 3 】

尚、図 1 0 (C) は、図 1 0 (A) 及び図 1 0 (B) に於ける光源光学系及び表示装置 1 5 0 1、1 6 0 2 の構造の一例を示した図である。光源光学系及び表示装置 1 5 0 1、1 6 0 2 は、光源光学系 1 7 0 1、ミラー 1 7 0 2、1 7 0 4 ~ 1 7 0 6、ダイクロイックミラー 1 7 0 3、光学系 1 7 0 7、表示装置 1 7 0 8、位相差板 1 7 0 9、投射光学系 1 7 1 0 で構成される。投射光学系 1 7 1 0 は、投射レンズを備えた複数の光学レンズで構成される。この構成は、表示装置 1 7 0 8 を 3 個使用している為、三板式と呼ばれている。また、図 1 0 (C) に於いて、矢印で示した光路に実施者が適宜、光学レンズ及び偏光機能を有するフィルム、位相差を調整する為のフィルム、I R フィルム等を設けても良い。

【 0 0 8 4 】

また、図 1 0 (D) は、図 1 0 (C) に於ける光源光学系 1 7 0 1 の構造の一例を示した図である。本実施例では、光源光学系 1 7 0 1 は、リフレクター 1 7 1 1、光源 1 7 1 2、レンズアレイ 1 7 1 3、1 7 1 4、偏光変換素子 1 7 1 5、集光レンズ 1 7 1 6 で構成される。尚、図 1 0 (D) に示した光源光学系は一例であり、この構成に限定されない。例えば、光源光学系に実施者が適宜、光学レンズ及び偏光機能を有するフィルム、位相差を調整するフィルム、I R フィルム等を設けても良い。

【 0 0 8 5 】

図 1 0 (C) は三板式の例を示したが、図 1 1 (A) は単板式の一例を示した図である。図 1 1 (A) に示した光源光学系及び表示装置は、光源光学系 1 8 0 1、表示装置 1 8 0 2、投射光学系 1 8 0 3、位相差板 1 8 0 4 で構成される。

投射光学系 1 8 0 3 は、投射レンズを備えた複数の光学レンズで構成される。図 1 1 (A) に示した光源光学系及び表示装置は図 1 0 (A) 及び図 1 0 (B) に於ける光源光学系及び表示装置 1 5 0 1、1 6 0 2 に適用できる。また光源光学系 1 8 0 1 は図 1 0 (D) に示した光源光学系を用いれば良い。尚、表示装置 1 8 0 2 にはカラーフィルター (図示しない) が設けられており、表示映像をカラー化している。

【 0 0 8 6 】

また、図 1 1 (B) に示した光源光学系及び表示装置は、図 1 1 (A) の応用例であり、カラーフィルターを設ける代わりに、RGB の回転カラーフィルター円板 1 8 0 5 を用いて表示映像をカラー化している。図 1 1 (B) に示した光源光学系及び表示装置は図 1 0 (A) 及び図 1 0 (B) に於ける光源光学系及び表示装置 1 5 0 1、1 6 0 2 に適用できる。

【 0 0 8 7 】

また、図 1 1 (C) に示した光源光学系及び表示装置は、カラーフィルターレス単板式と呼ばれている。この方式は、表示装置 1 8 1 6 にマイクロレンズアレイ 1 8 1 5 を設け、ダイクロイックミラー (緑) 1 8 1 2、ダイクロイックミラー (赤) 1 8 1 3、ダイクロイックミラー (青) 1 8 1 4 を用いて表示映像をカラー化している。投射光学系 1 8 1 7 は、投射レンズを備えた複数の光学レンズで構成される。図 1 1 (C) に示した光源光学系及び表示装置は図 1 0 (A) 及び図 1 0 (B) に於ける光源光学系及び表示装置 1 5 0 1、1 6 0 2 に適用できる。また、光源光学系 1 8 1 1 としては、光源の他に結合レンズ、コリメーターレンズを用いた光学系を用いれば良い。

【 0 0 8 8 】

以上の様に、本発明の適用範囲は極めて広く、あらゆる分野の電子機器に適用することが可能である。

【 0 0 8 9 】

【発明の効果】

本発明は、マスクパターンに光強度低減機能を有する補助パターンを設置したゲート電極形成用フォトマスクまたはレチクルをフォトリソグラフィ工程に適用

することにより、エッチング及びイオン注入工程を通し、簡単にGOLD構造トランジスタから成る半導体装置を製造可能とするものであり、半導体装置の性能向上と製造原価の低減に有効である。

【0090】

また、前記GOLD構造トランジスタの製造に於いては、マスクパターンに設置する光強度低減機能を有する補助パターンの寸法は任意の長さに設定可能である為、低濃度不純物領域（ n -領域）のチャネル方向寸法も任意の長さに形成でき、GOLD構造トランジスタの性能向上に有効である。

【0091】

また、前記ゲート電極形成用フォトマスクまたはレチクルを利用した半導体装置の製造に於いて、イオン注入工程からのプロセスの変更により、オフ電流値の抑制効果の大きいLDD構造とホットキャリア対策効果の大きいGOLD構造トランジスタを回路毎に別々に形成可能である為、半導体装置の性能向上に有効である。

【0092】

また、前記ゲート電極形成用フォトマスクまたはレチクルを利用した半導体装置の製造に於いて、任意のマスクパターンに光強度低減機能を有する補助パターンを設置することにより、半導体装置の回路毎にシングルドレイン構造とGOLD構造及びLDD構造トランジスタを別々に形成可能である為、半導体装置の性能向上に有効である。

【図面の簡単な説明】

【図1】回折格子パターンまたは半透膜から成る光強度低減機能を有する補助パターンを設置したゲート電極形成用フォトマスクまたはレチクルのマスクパターン構成

【図2】光強度低減機能を有する補助パターンを設置したゲート電極形成用フォトマスクまたはレチクルを利用したGOLD構造多結晶シリコンTFTの形成法

【図3】光強度低減機能を有する補助パターンを設置したゲート電極形成用フォトマスクまたはレチクルを利用したGOLD構造及びLDD構造とシングルドレイン構造多結晶シリコンTFTの回路毎形成法

【図 4】液晶ディスプレイ全体の回路構成

【図 5】光強度低減機能を有する補助パターンを設置したゲート電極形成用フォトマスクまたはレチクルを利用した液晶ディスプレイ製造法（1）

【図 6】光強度低減機能を有する補助パターンを設置したゲート電極形成用フォトマスクまたはレチクルを利用した液晶ディスプレイ製造法（2）

【図 7】光強度低減機能を有する補助パターンを設置したゲート電極形成用フォトマスクまたはレチクルを利用した液晶ディスプレイ製造法（3）

【図 8】光強度低減機能を有する補助パターンを設置したゲート電極形成用フォトマスクまたはレチクルを利用した液晶ディスプレイ製造法（4）

【図 9】半導体装置の一例を説明する図

【図 1 0】プロジェクターの一例を説明する図

【図 1 1】プロジェクターの一例を説明する図

【符号の説明】

- 101 : ゲート電極形成用フォトマスクまたはレチクル
- 102 : 遮光部
- 103 : スリット部（回折格子パターン）
- 104 : 透光部
- 105 : ゲート電極形成用フォトマスクまたはレチクル
- 106 : 遮光部
- 107 : スリット部（回折格子パターン）
- 108 : 透光部
- 109 : 光強度分布
- 110 : ゲート電極形成用フォトマスクまたはレチクル
- 111 : 遮光部
- 112 : 半透光部（半透膜）
- 113 : 透光部
- 114 : 光強度分布

- 201 : ガラス基板

- 202 : 多結晶シリコン膜
- 203a : ゲート絶縁膜 (酸化窒化シリコン膜)
- 203b : ゲート絶縁膜 (酸化窒化シリコン膜)
- 204a : ゲート電極膜
- 204b : ゲート電極
- 205a : 現像後レジストパターン
- 205b : ドライエッチング後レジストパターン
- 206 : 高濃度不純物領域 (n + 領域)
- 207 : 低濃度不純物領域 (n - 領域)

- 301 : ガラス基板
- 302 : 多結晶シリコン膜
- 303 : ゲート絶縁膜 (酸化窒化シリコン膜)
- 304 : ゲート電極膜
- 305 : 現像後レジストパターン
- 306 : 現像後レジストパターン
- 307 : ドライエッチング後レジストパターン
- 308 : ゲート電極
- 309 : ゲート絶縁膜 (酸化窒化シリコン膜)
- 310 : ドライエッチング後レジストパターン
- 311 : ゲート電極
- 312 : ゲート絶縁膜 (酸化窒化シリコン膜)
- 313 : 低濃度不純物領域 (n - 領域)
- 314 : 低濃度不純物領域 (n - 領域)
- 315 : レジストパターン
- 316 : 高濃度不純物領域 (n + 領域)
- 317 : 低濃度不純物領域 (n - 領域)
- 318 : 高濃度不純物領域 (n + 領域)
- 319 : 低濃度不純物領域 (n - 領域)

320 : 高濃度不純物領域 (n + 領域)

401 : G O L D 構造形成領域

402 : L D D 構造形成領域

403 : シングルドレイン構造形成領域

501 : 画素領域

502 : シフトレジスタ回路

503 : レベルシフト回路

504 : バッファ回路

505 : サンプリング回路

506 : シフトレジスタ回路

507 : レベルシフト回路

508 : バッファ回路

601 : ガラス基板

602 : 下地膜

602a : 第 1 層目の酸化窒化シリコン膜

602b : 第 2 層目の酸化窒化シリコン膜

603 ~ 607 : 半導体層

608 : ゲート絶縁膜 (酸化窒化シリコン膜)

609 : ゲート電極膜 (T a N 膜)

610a ~ 615a : 現像後レジストパターン

610b ~ 615b : ドライエッチング後レジストパターン

616 : ゲート絶縁膜

617 ~ 622 : ゲート電極

623 ~ 627 : 低濃度不純物領域 (n - 領域)

628 : レジストパターン

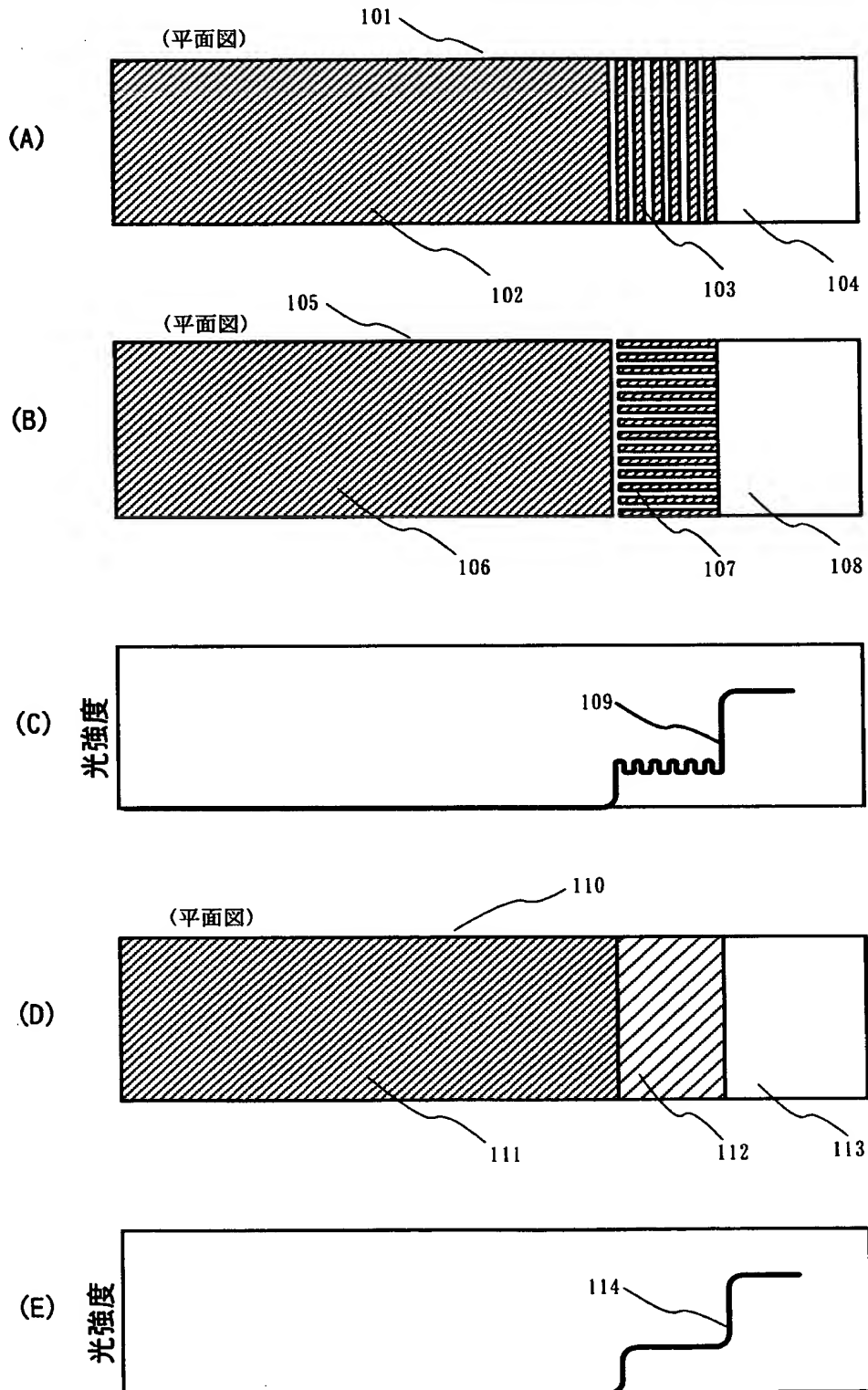
629 ~ 633 : 高濃度不純物領域 (n + 領域)

634 ～637 : 低濃度不純物領域 (n - 領域)
638 ～640 : レジストパターン
641 ～642 : 高濃度不純物領域 (n + 領域)
643 ～644 : 低濃度不純物領域 (n - 領域)
645 : 第 1 の層間絶縁膜 (酸化窒化シリコン膜)
646 : 第 2 の層間絶縁膜 (アクリル樹脂膜)
647 ～652 : 金属配線
653 : 接続電極
654 : ゲート配線
655 ～656 : 接続電極
657 : 画素電極 (ITO 等)

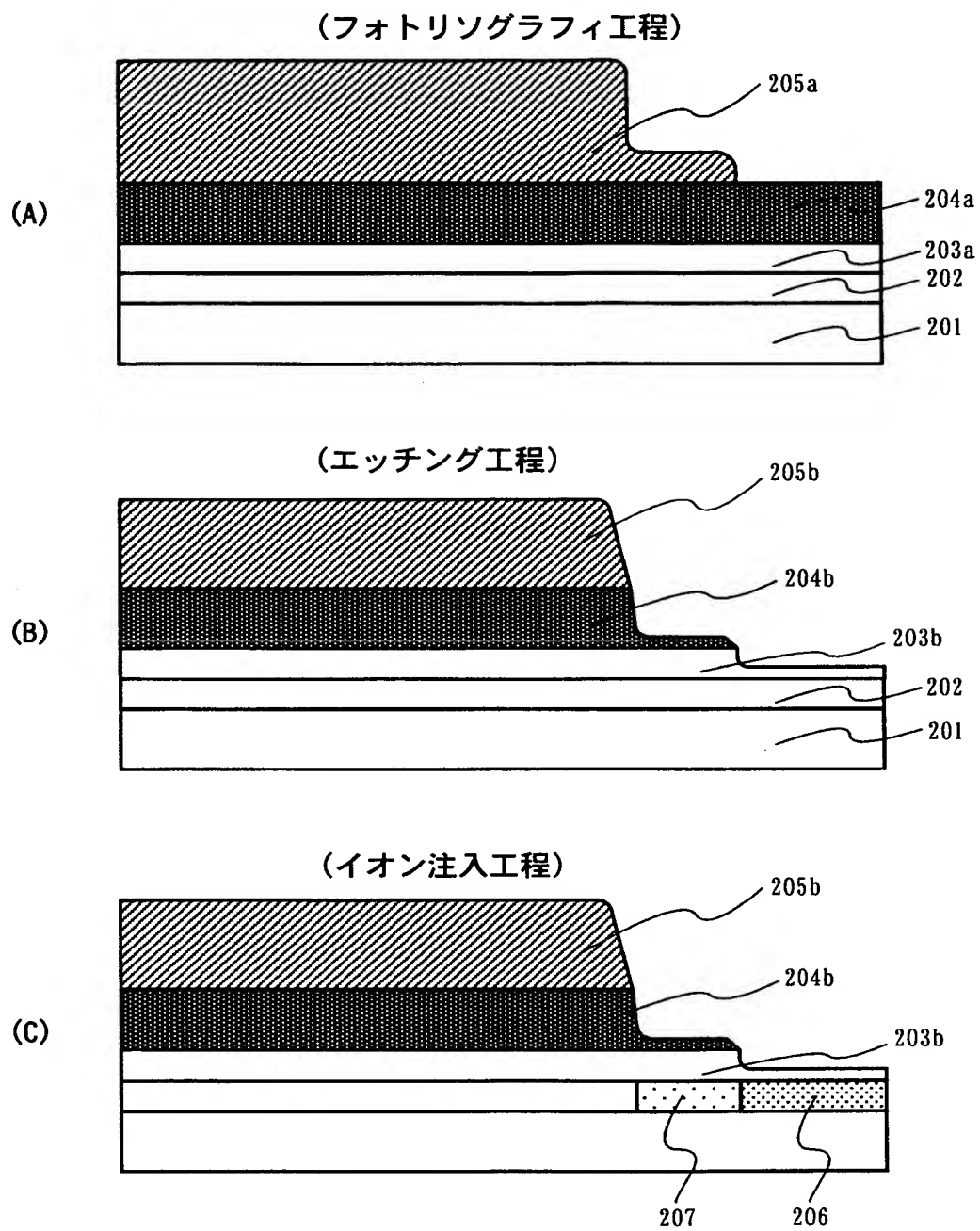
701 : n チャネル型 TFT
702 : p チャネル型 TFT
703 : n チャネル型 TFT
704 : 画素 TFT
705 : 保持容量
706 : 駆動回路
707 : 画素領域

【書類名】 図面

【図 1】

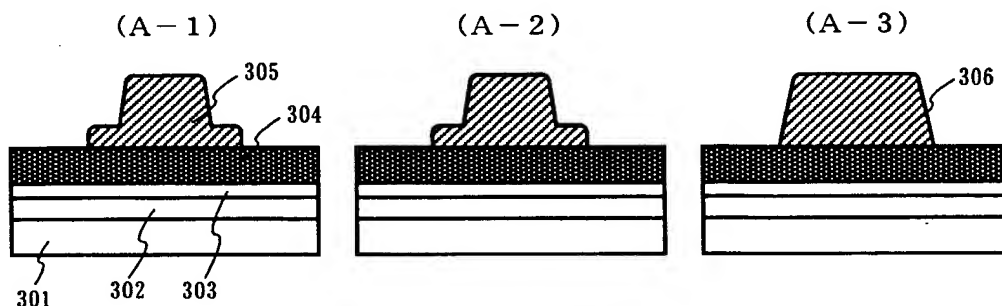


【図 2】

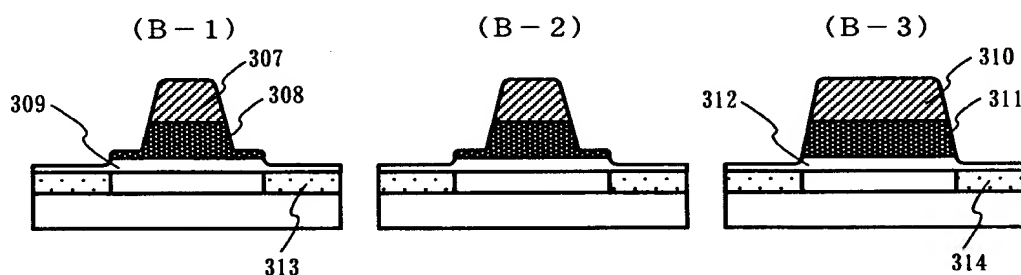


【図 3】

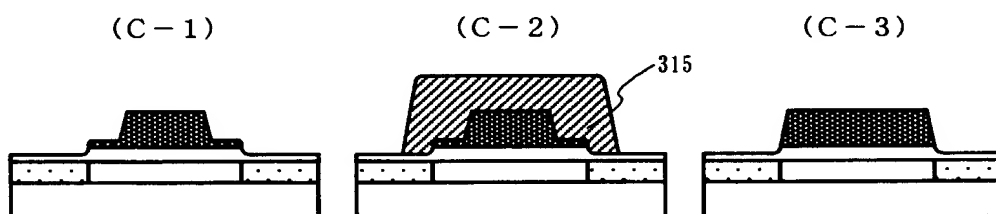
(A) ゲート電極形成用レジストパターンの形成



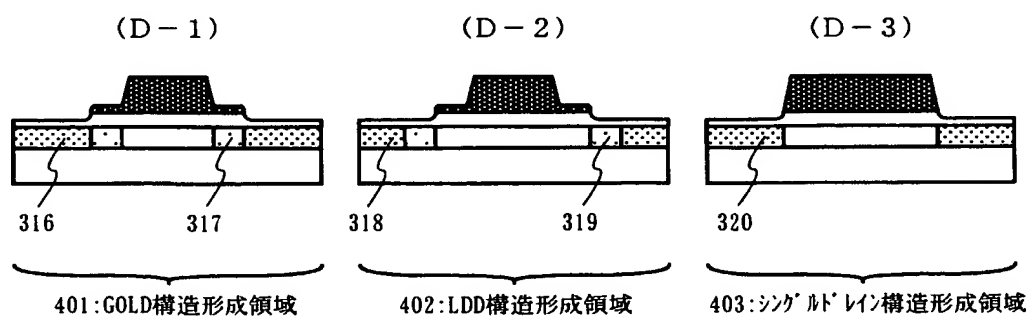
(B) ドライエッチング処理／第 1 のイオン注入処理



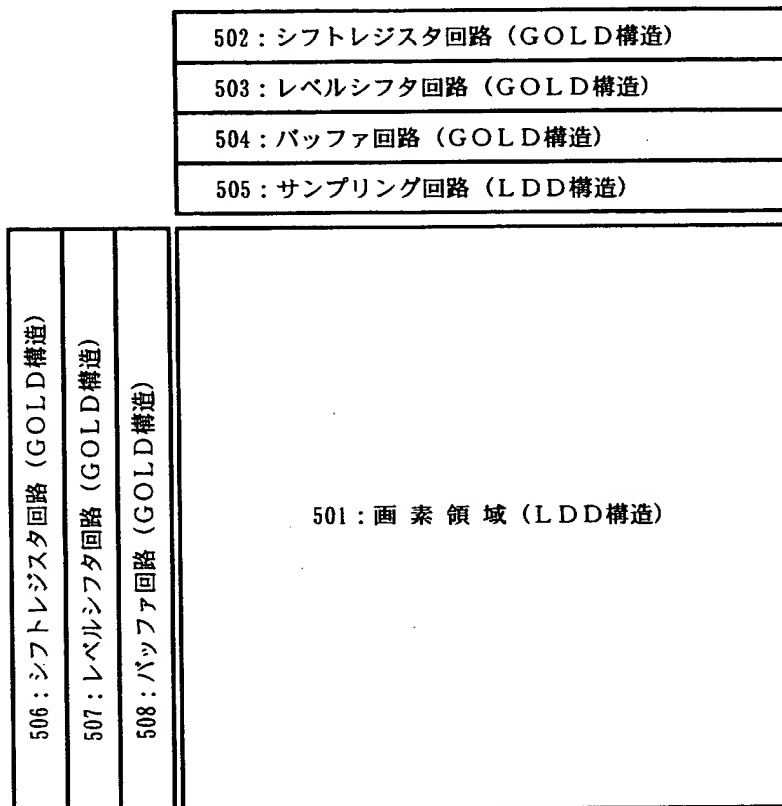
(C) レジスト除去／LDD形成領域のレジストパターン形成



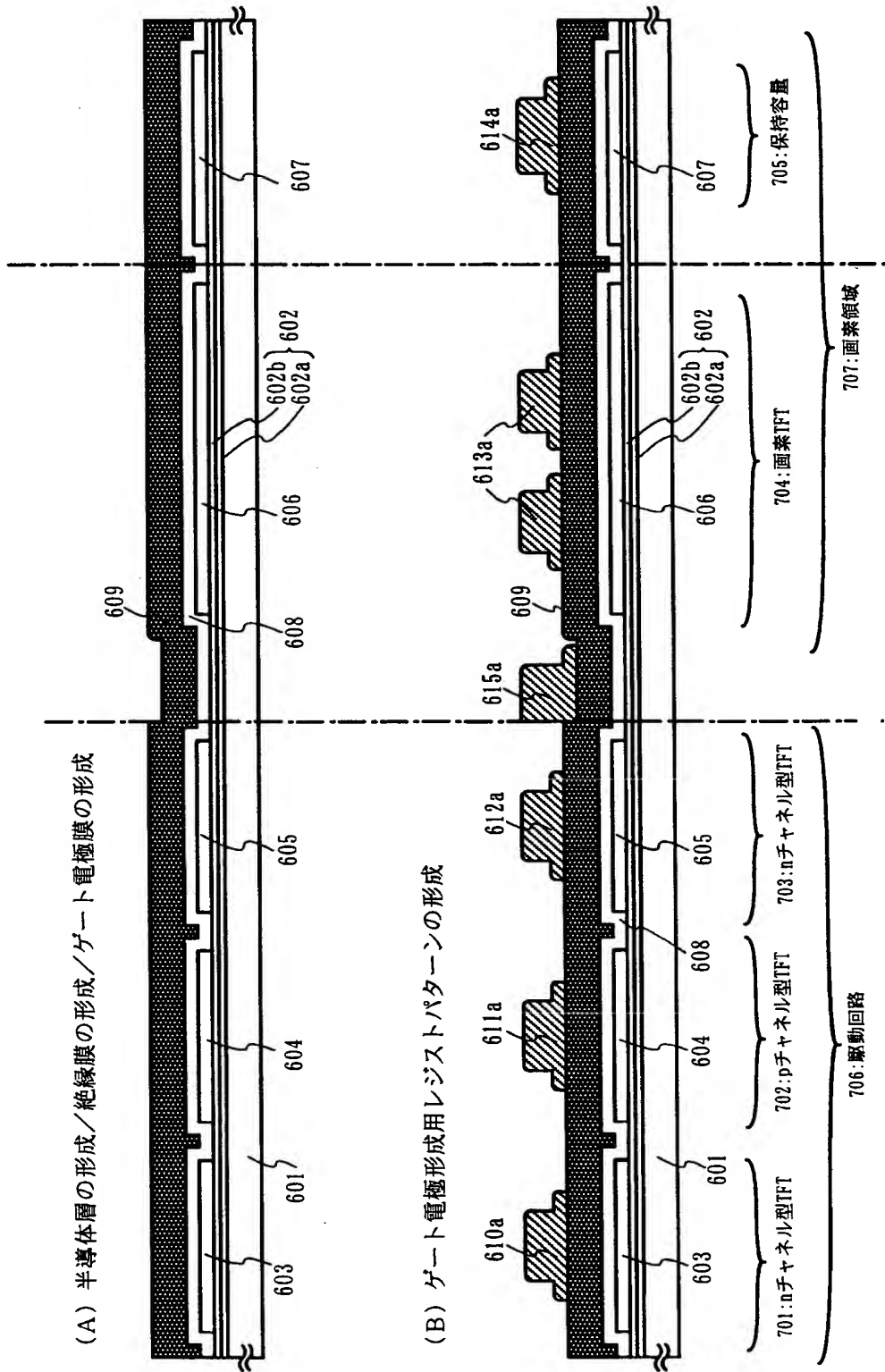
(D) 第 2 のイオン注入処理／レジスト除去



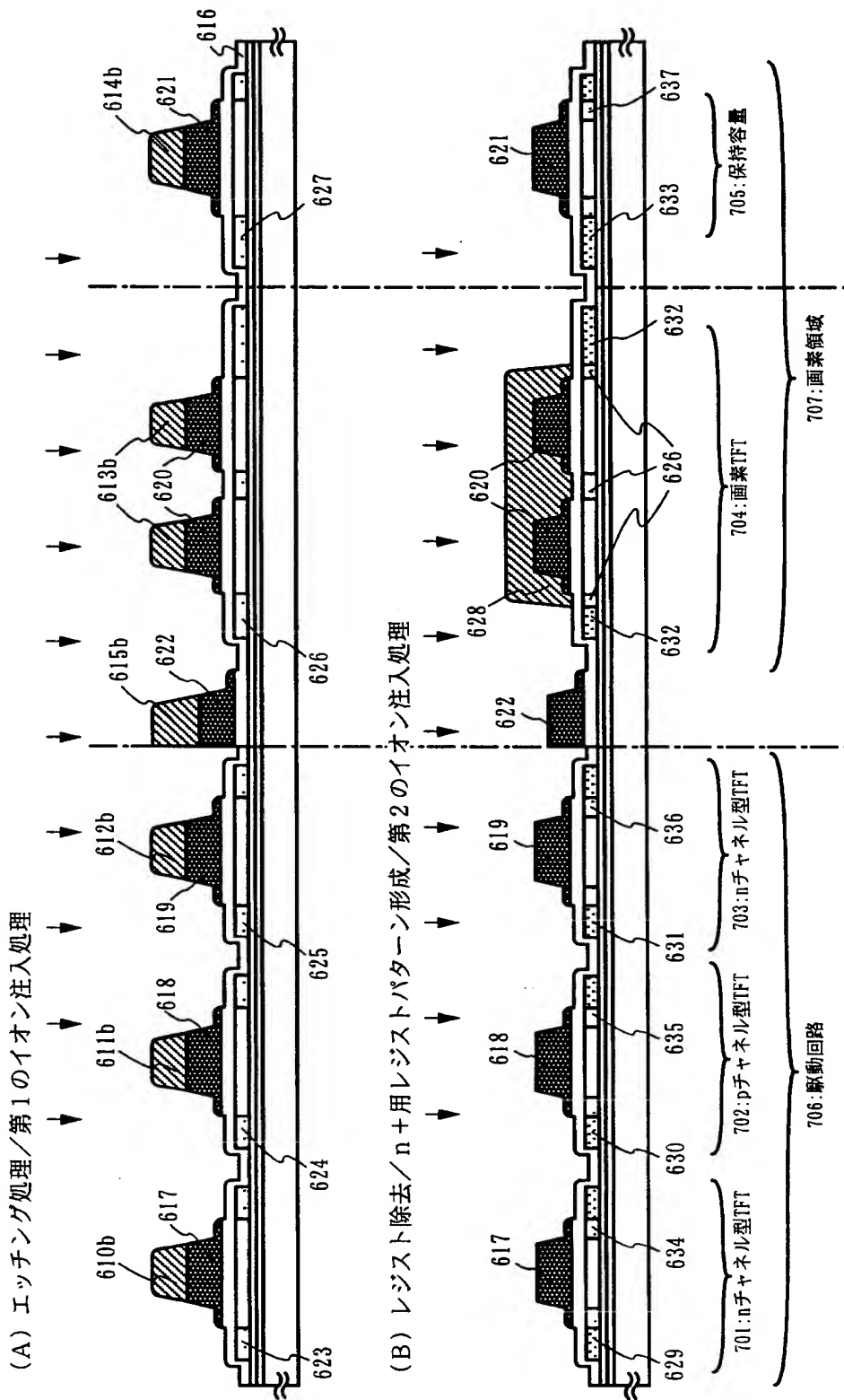
【図 4】



【図 5】

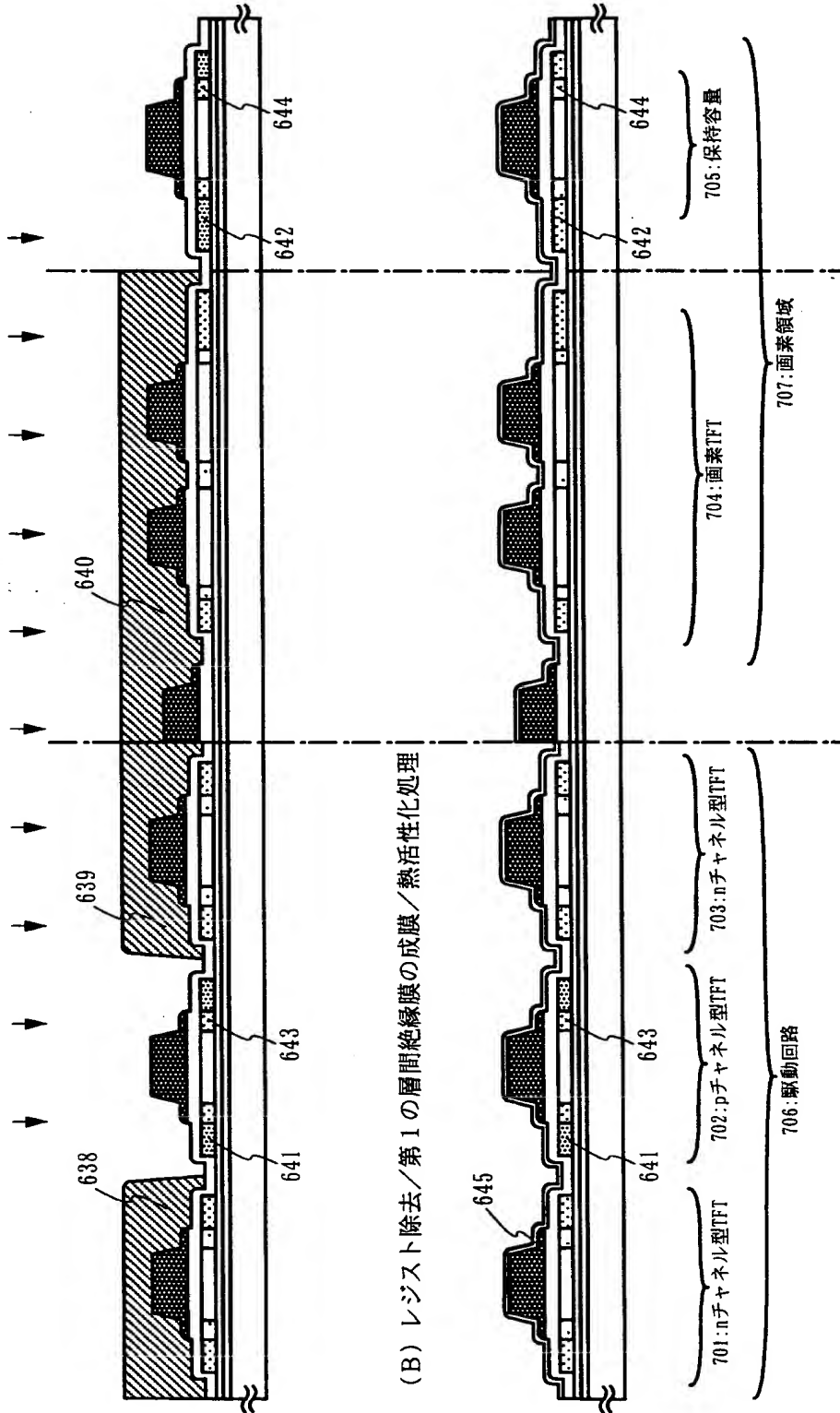


【図6】



【図 7】

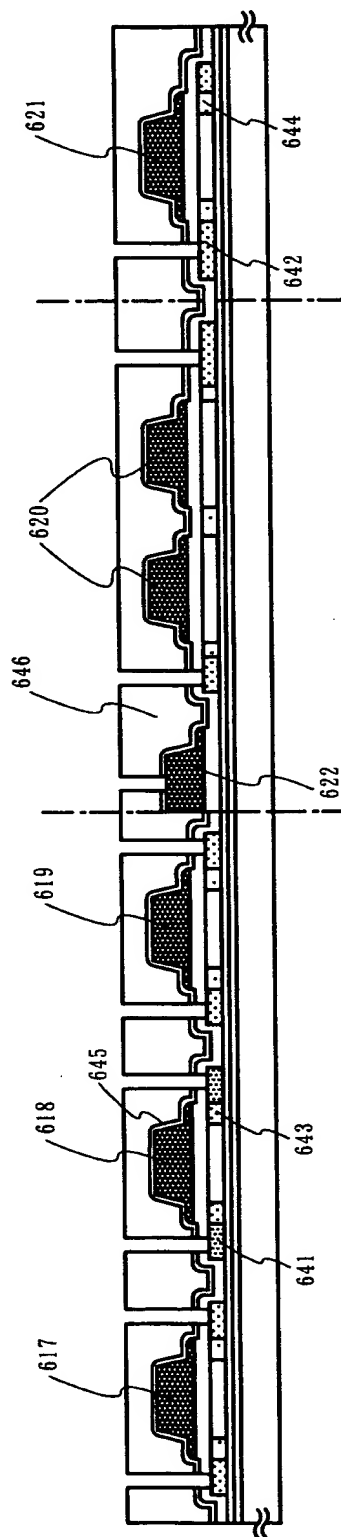
(A) レジスト除去／p+用レジストパターンの形成／第3のイオン注入処理



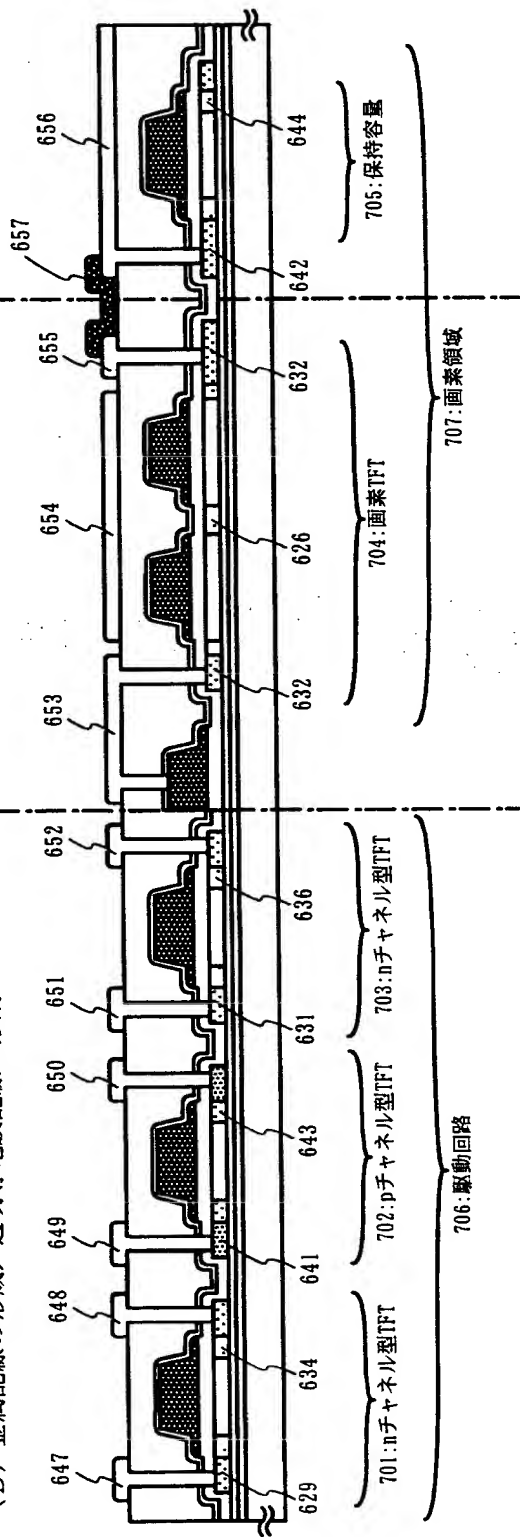
(B) レジスト除去／第1の層間絶縁膜の成膜／熱活性化処理

【図 8】

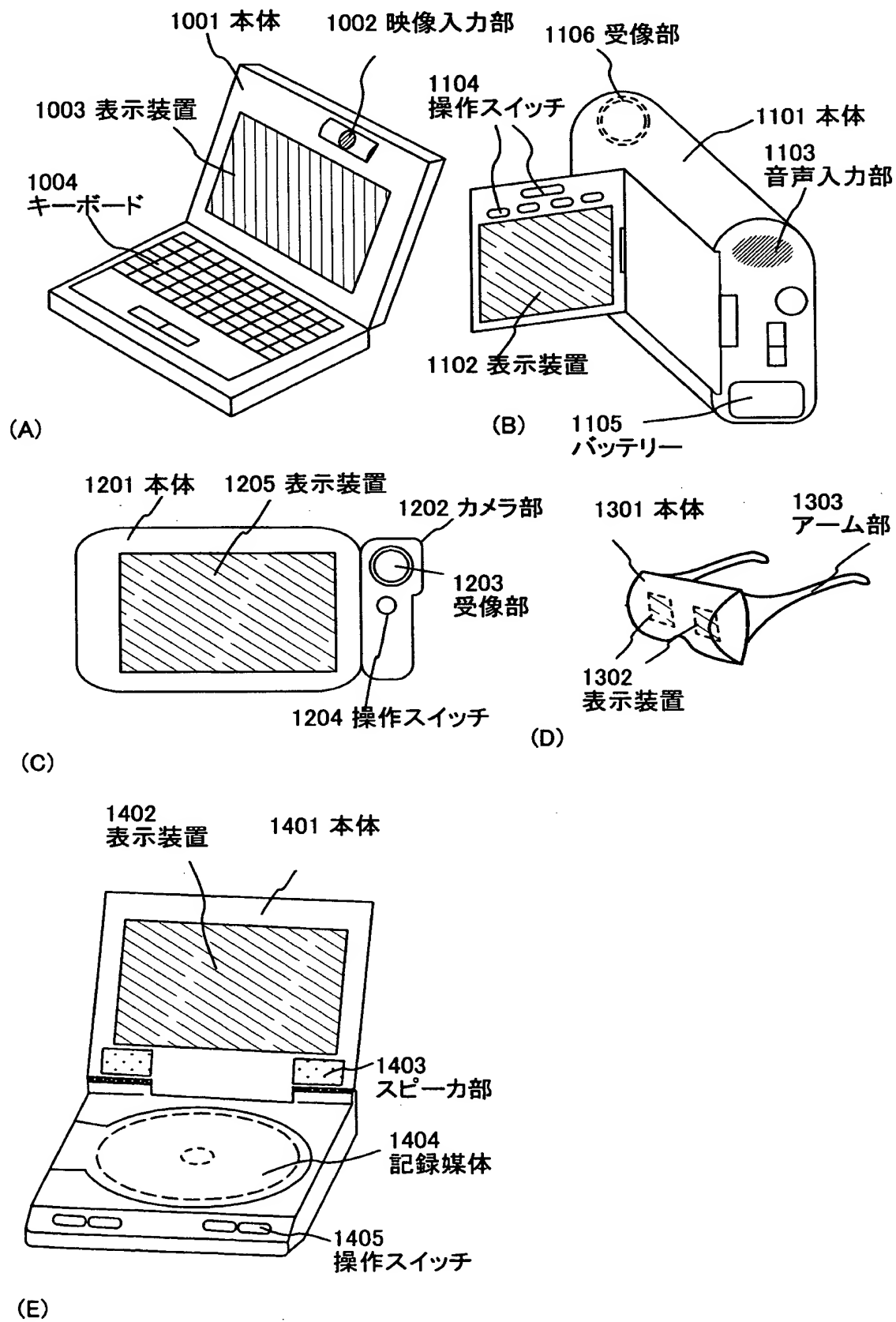
(A) 第2の層間絶縁膜の成膜/コンタクトホール形成



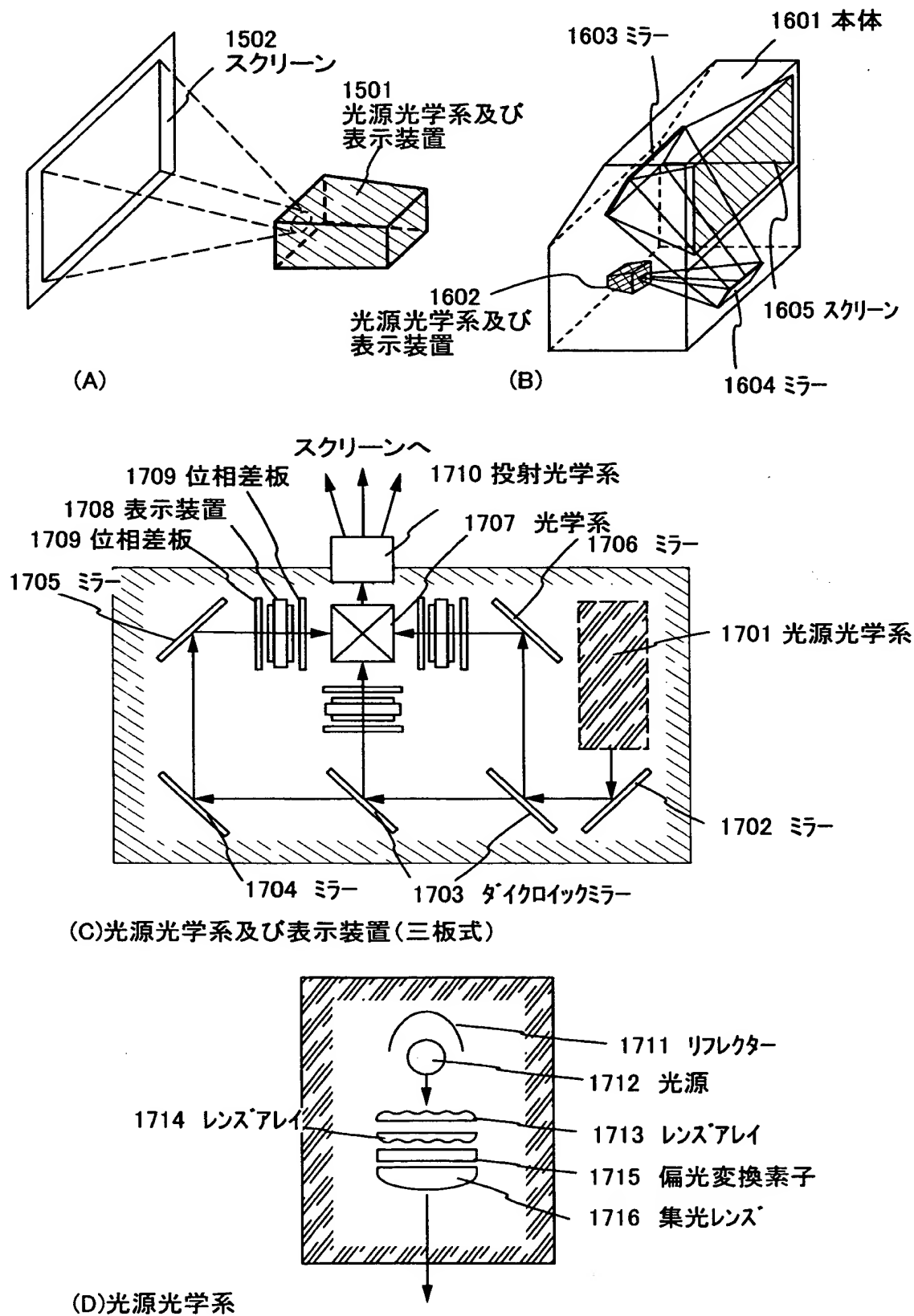
(B) 金属配線の形成/透明導電膜配線の形成



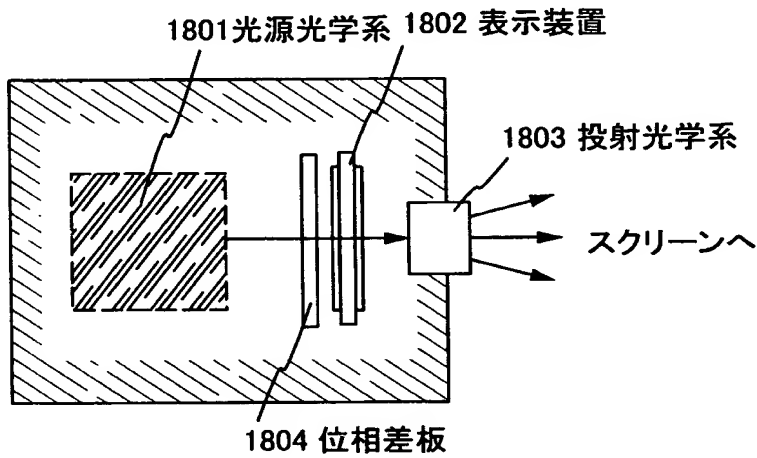
【図 9】



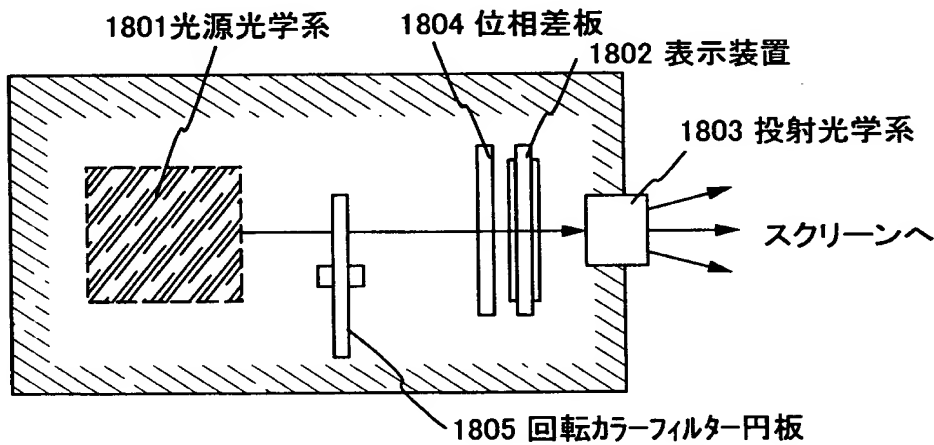
【図10】



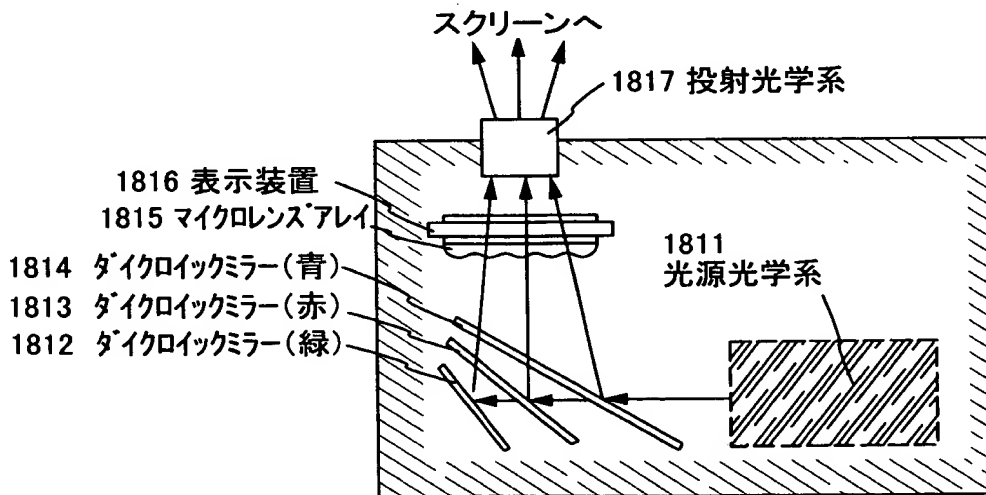
【図 1 1】



(A)光源光学系及び表示装置(単板式)



(B) 光源光学系及び表示装置(単板式)



(C) 光源光学系及び表示装置(単板式)

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 半導体装置に於けるLDD構造とGOLD構造の形成は、従来、ゲート電極をマスクにセルフアラインで形成しているが、ゲート電極が2層構造となる為、成膜工程とエッチング工程が複雑になる。またドライエッチング等のプロセスのみでLDD構造及びGOLD構造の形成を行っている為、トランジスタ構造が全て同一構造となり、回路毎にLDD構造とGOLD構造及びシングルドレイン構造を別々に形成することが困難である。

【解決手段】 回折格子パターン或いは半透膜から成る光強度低減機能を有する補助パターンを設置したフォトマスク或いはレチクルをゲート電極形成用フォトリソグラフィ工程に適用することにより、ドライエッチング及びイオン注入工程を通し、回路毎にGOLD構造及びLDD構造及びシングルドレイン構造のトランジスタを簡単に形成することができることを特徴としている。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000153878]

1. 変更年月日 1990年 8月17日

[変更理由] 新規登録

住 所 神奈川県厚木市長谷398番地

氏 名 株式会社半導体エネルギー研究所